



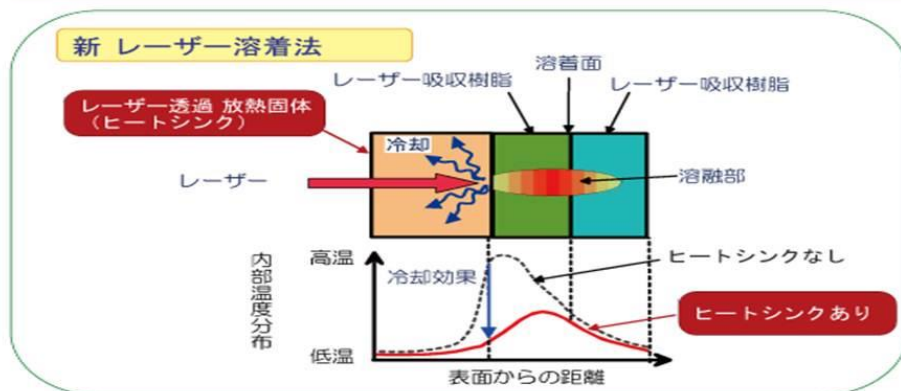
テーマ名	赤外線レーザーとヒートシンクを用いた表面無損傷レーザー溶着法
組織名	一般社団法人先端レーザー樹脂溶着技術・推進コンソーシアム
技術分野	ものづくり

概要

赤外線レーザーと冷却固体（ヒートシンク）を組み合わせ、同一の透明プラスチック同士を表面がきれいなまま接合するレーザー溶着技術を確立しました。多くの熱可塑性樹脂に対して適用可能です。フッ素樹脂への応用では、半導体製造装置部品や医療用部品（カテーテル／チューブ等）、エンジニアリングプラスチックへの応用では、自動車部品や電機部品などへ適用可能です。当コンソーシアムでは、本技術の多用途展開を図るための活動を推進しています。本技術の活用にご意欲的な企業を歓迎いたします。

簡略図

【赤外線レーザーとヒートシンクを用いた表面無損傷レーザー溶着法】 ＝透明なプラスチック同士を表面がきれいなまま溶着可能＝



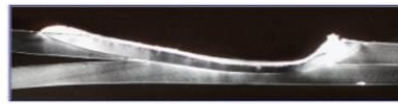
「PFAシート」溶着断面の顕微鏡観察画像

ヒートシンクあり



表面変形なし

ヒートシンクなし



表面変形あり

本技術の用途（様々な応用）

半導体製造装置用途
（フッ素樹脂等）

医療用途
（フッ素樹脂等）

自動車用途
（エンブラ等）

精密電子部品
（エンブラ等）



背景

半導体、医療、自動車、電子部品などの用途において様々なプラスチック（樹脂）が使用されています。プラスチック同士の溶着手法として、昔からヒーターや超音波を用いた手法が利用されていますが、第三の手法として近年ではレーザーを用いた樹脂溶着法が注目を浴びています。

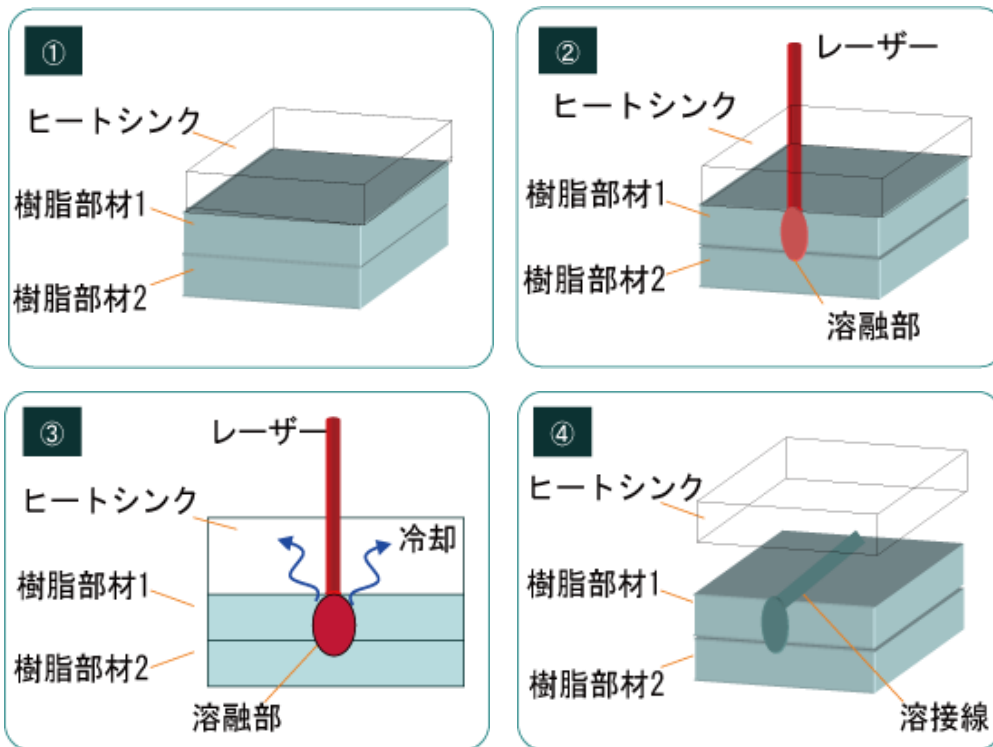
本テーマでは、同一の透明樹脂同士を、表面がきれいなまま、色素等の添加剤無しにレーザーを用いて溶着する技術をご提案します。

NEDO 大学発事業創出研究開発事業の成果です。

技術内容

様々な波長のレーザー（CO₂レーザー、ファイバレーザー、COレーザー、Er:Yagレーザー等）と組合せ可能な新しいレーザー加工法です。

- 1) 赤外域の波長帯に対して吸収を示す樹脂同士を重ね合わせます。
- 2) レーザを照射する側の樹脂の表面に、レーザーを透過する放熱固体（ヒートシンク）を設置します。
- 3) ヒートシンクの上から、レーザーを照射します。
レーザーを吸収する樹脂が、レーザー光を熱に変えて発熱しますが、樹脂表面部の熱はヒートシンクが放熱します。そのため、樹脂表面が熱変形を起こさず、接合部のみが高温となり、溶着します。
- 4) レーザの集光部を走査させて高速溶着することが可能です。





技術・ノウハウの強み(新規性、優位性、有用性)

従来技術との比較は以下の通りです。

(1) 熱板・熱風溶着

-熱板の押し当てや、ドライヤーで溶着します。表面が変形する点が欠点です。

(2) 振動溶着／超音波溶着

-摩擦係数が低い樹脂同士では溶着が困難であり、振動するため、電子部品などの微細・精密な接合には適しません。

(3) レーザ直接照射

-光を吸収する樹脂を重ね合わせ、片側からレーザを照射します。局所溶着には適していますが、熱板と同様に表面に熱が集中するため、熱変形する点が欠点です。

(4) レーザ透過溶着法

-光を透過する樹脂と光を吸収する樹脂を重ね合わせ、光を透過する樹脂側からレーザを照射する技術です。樹脂間の界面に熱が集中するため、表面がきれいなまま溶着できますが、同一樹脂同士には適用できません。

-同一の透明樹脂同士を重ね合わせ、界面部に光を吸収する色素をはさみ、レーザ溶着する手法もありますが、工程の手間やコストが掛かるほか、医療用途では色素やカーボンブラック、接着剤の使用などは避けられる傾向にあります。

-フッ素材料へ従来のレーザ透過溶着法（CO2 レーザ利用）を適用した場合、樹脂表面の熱損傷により有害分解ガスが発生します。仮にこの工法を行う場合、作業者はガスマスクを付けて作業を行う必要があります。

また、フッ素樹脂やオレフィン系樹脂の接合に有効な接着剤はありません。



従来の溶着技術

(1) 熱板・熱風溶着

(2) 振動溶着

(3) レーザ直接照射

(4) レーザ透過溶着

CO ₂ レーザー溶着 (従来式)	
樹脂部材断面	
温度分布	
問題点	赤外線照射側樹脂部材表層で熱損傷が生じる。

連携企業のイメージ

本技術の活用を希望する企業を歓迎します。

例えば、以下に該当する企業へご提案可能です。

- 1) 透明なプラスチック同士を表面がきれいなまま溶着するニーズがある企業。
 - フッ素樹脂部品、エンジニアリングプラスチック等
(PFA、変性 PTFE、PC、PMMA、POM 等)
- 2) 医療部品メーカー
 - カテーテル・医療用チューブ等、フッ素樹脂の溶着ニーズがある企業。
- 3) 半導体部品メーカー
 - 特に、フッ素樹脂の溶着ニーズがある企業。
- 4) 自動車メーカー
 - 特に、エンジニアリングプラスチックの溶着ニーズがある企業。
- 5) 他、本技術の活用に意欲的な企業。

技術・ノウハウの活用シーン(イメージ)

アクリル加工、フッ素加工、テフロン加工等様々なプラスチック加工へ応用可能です。

- 1) 半導体製造装置用部品への応用
 - 半導体製造装置の部品には、耐薬品性が求められるため、フッ素樹脂 (PFA/変性 PTFE など) が多用されています。薬液容器、薬液タンク/槽、配管、配管継手、バルブ/ポンプ、ウエハーキャリア、その他成形品への応用が考えられます。

部品間の接合として、ヒーターによる溶着手法や、ネジ嵌合の手法が挙げられますが、問題点は多いです。本技術が適用でき、また、接合部の形状に合わせた光学系・



ヒートシンクのカスタマイズも可能です。

2) 医療用途への応用

- 半導体製造装置部品と同様に耐薬品性が求められるため、フッ素樹脂が利用されています。注射器（注射器本体とプラスチック製の針）や輸液パックでは超音波ウェルダが利用されていますが、加工の際に粉じんが発生する問題が挙げられます。また、カテーテルやチューブの接合部は微細なため、レーザによる局所溶着が適していますが、色素やカーボンブラック、接着剤の利用は衛生面で問題があります。本技術ではこれらの添加物は不要であり、クリーンであるため、医療用途に適しています。

3) 自動車用部品への応用

- 自動車には現在、重量比で 8~10%程度のプラスチックが使用されており、軽量化や耐久性のニーズからエンジニアリングプラスチックが注目されています。例として、ボディ外板では、塗装時の熱に耐えるため PC 等のエンプラが利用されています。他、軽量化効果の大きなものとして PP が用いられるケースも増えてきています。

4) 電機分野への応用

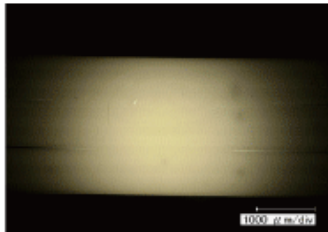
- プリント基板、スマートフォンを始めとする電子機器は、小型軽量性・高機能性・耐熱性、外部衝撃に対する頑健性が求められており、軽量かつ高機能であるエンプラの需要は加速度的に増えています。光学用途の部品において、PC 等透明樹脂が用いられていますが、これらの組立てにおいて、「コンタミレス、溶剤レス、汎用性」のレーザ溶着法として活用可能です。また、精密機器であるため、粉塵や機械的振動が発生する超音波溶着機で問題が発生する場合、本技術の特徴を生かすことが可能です。

※下記、エンジニアリングプラスチックへの溶着例

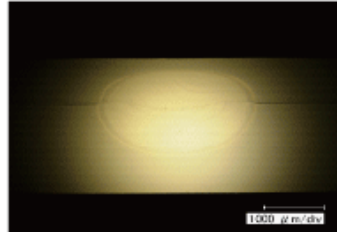


各種エンブラ溶着断面の顕微鏡観察画像

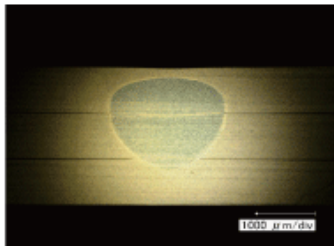
PET



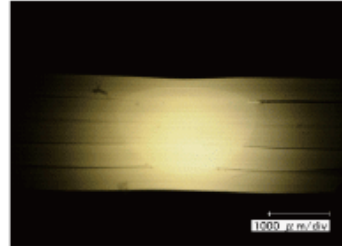
PBT



PA6



POM



使用したレーザー:Tm:ファイバレーザー

技術・ノウハウの活用の流れ

基本的な手法は既に確立しており、デモ機も電気通信大学内に設置しています。お問い合わせ後、技術の詳細説明をさせていただきます。

専門用語の解説

【赤外線レーザー】

CO₂レーザー、ファイバレーザー、COレーザー、Er:Yagレーザーなどです。半導体レーザーを用いる場合、透明プラスチックでは光を透過してしまい発熱せず、溶着が困難です。これらのレーザーでは、透明なプラスチックでも光を吸収し、発熱します。

樹脂によって吸収スペクトルが異なるため、樹脂や溶着条件に応じて適したレーザーを選定し、使用します。

【ヒートシンク】

光を透過し、表面を放熱する固体です。ヒートシンクが無ければ表面が変形してしまうため、本技術の根幹となる材料です。



【フッ素樹脂】

特に耐薬品性について優れた物性があり、医療用部品や半導体製造装置部品など幅広い分野で利用されています。適した接着剤が無いことや、熱によって表面が分解すると有毒ガスが発生してしまうことが欠点です。

【エンジニアリングプラスチック】

強度、耐衝撃性、耐熱性、硬度、耐老化性に優れた工業用プラスチック材料です。PA/PC/POM/PBTなどが挙げられます。一般に引っ張り強さ 500kg/cm² 以上のものがエンプラと称されます。